

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-112659

(43)Date of publication of application : 02.05.1995

(51)Int.Cl.

B60T 8/58

(21)Application number : 05-259697

(71)Applicant : NIPPONDENSO CO LTD

(22)Date of filing : 18.10.1993

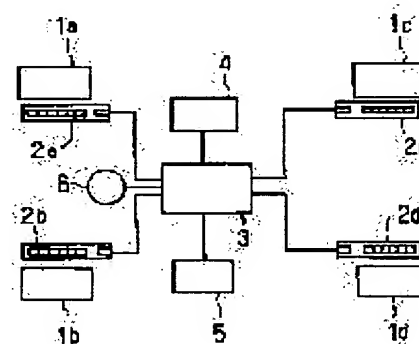
(72)Inventor : WATANABE TAKASHI
MIZUTANI JUNJI

(54) ROAD SURFACE FRICTION COEFFICIENT ESTIMATING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To reduce the effect of error factors such as noise and simply and accurately estimate road surface friction coefficients by integrating the acceleration of a body and slip values of wheels respectively over a plurality of cycles, and estimating the road surface friction coefficients according to the relation of both integrated values.

CONSTITUTION: Wheel speed sensors 2 (2a-2d) are provided on wheels 1 (1a-1d) of a vehicle. An acceleration sensor 4 and a ground speed sensor 5 are arranged on the vehicle. The present road surface situation is judged by a central processing unit 3 based on the detected signals of the sensors 2, 4, 5, and the judged result is displayed on a display section 6. The central processing unit 3 periodically calculates the slip values of wheels based on the wheel speeds and the body speed, integrates the sum of the slip values over a plurality of cycles, and integrates the acceleration of the vehicle over the same cycles as the integration cycles. The friction coefficients between the wheels 1 and the travel road surface are estimated according to the relation of both integrated values.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3409389

[Date of registration] 20.03.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-112659

(43) 公開日 平成7年(1995)5月2日

(51) Int. Cl.⁶

B 6 0 T 8/58

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

Z 7504-3H

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平5-259697

(22) 出願日 平成5年(1993)10月18日

(71) 出願人 000004260

日本電装株式会社

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 渡辺 多佳志

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

(72) 発明者 水谷 淳司

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

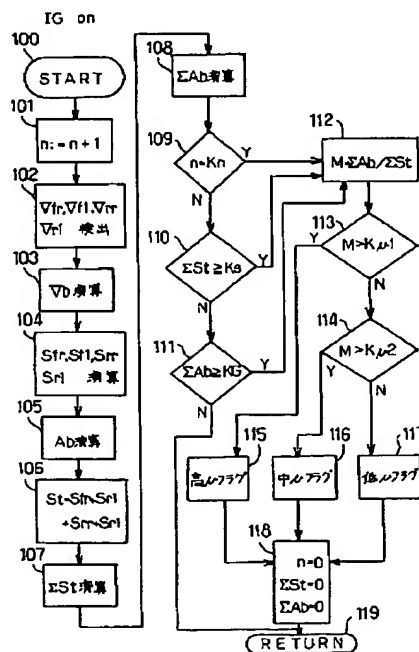
(74) 代理人 弁理士 碓氷 裕彦

(54) 【発明の名称】 路面摩擦係数推定装置

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、既知の、路面摩擦係数 μ -車輪スリップ率 λ の特性曲線における路面摩擦係数 μ を車体加速度 A_b と見なせることを利用し、簡単に路面摩擦係数 μ を推定できるようにし、路面状況の判断の信頼性を向上させることを目的とする。

【構成】 路面摩擦係数 μ を車両の車体加速度 A_b と見なせることを利用し、車体加速度 A_b -車輪滑り S 特性曲線における安定領域内において、検出された車体加速度 A_b /車輪滑り S の値を、明らかに高路面摩擦係数をもった路面を走行した場合の車体加速度 A_b /車輪滑り S の値を基準とした比較的良好な路面状態を示す所定値、および、明らかに低路面摩擦係数をもった路面を走行した場合の車体加速度 A_b /車輪滑り S の値を基準とした比較的不良な路面状態を示す所定値と比較する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両の各車輪の車輪速度を求める手段と、
前記車両の車体速度を求める手段と、
前記車輪速度と車体速度とに基づいて、周期的に各車輪ごとに車輪のスリップ値を演算する演算手段と、
前記演算手段によって周期的に演算される各車輪の車輪スリップ値について、各周期ごとに各車輪のスリップ値の総和を算出するとともに、この算出された各車輪のスリップ値の総和を複数の周期にわたって積算する第一の積算手段と、
前記車両の車体加速度を求める手段と、
前記第一の積算手段によって積算される周期と同様の周期にわたって前記車両の車体加速度を積算する第二の積算手段と、
前記第一および第二の積算手段によって積算された各車輪のスリップ値の総和の積算値と前記車両の車体加速度の積算値との関係から、車両の走行路面と車輪との間の摩擦係数を推定する摩擦係数推定手段とを備えることを特徴とする路面の摩擦係数推定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、車両における車輪のタイヤと路面との間の摩擦結合の状態を推定する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】車両における車輪のタイヤと路面との間の摩擦結合は車両の走行安全性のために重要である。すなわち、車両におけるどんな動的過程も、つまり、例えばアクセルペダルを操作して車両を加速すること、ブレーキペダルを操作して車両を減速することは、タイヤと路面の間にそれに相当する力の伝達が必要であるからである。この場合、タイヤと路面との摩擦結合は車輪の滑り率に依存し、滑り率が所定範囲以上となると、摩擦結合が弱まり、車両走行が不安定になる。

【0003】そこで、車両減速時や車両加速時に車両の滑り率が所定範囲以上となることを防止するための制御装置等が既に知られている。これらの装置では車輪センサによって車輪の車輪速度および車輪回転の加減速が検出され、この値から他の測定値と共に電子評価制御装置において車輪滑り等が計算され、車輪が所定範囲以上となる恐れが有る場合、適当な駆動装置等によってブレーキ圧を減じるとか、エンジントルクを減少させるというように制御する制御方法が考え出されている。

【0004】上述したような制御方法において、駆動している車輪に空転する恐れが差し迫ったとき、或いはブレーキのかかっている車輪がロックする恐れが差し迫っているときのみ作動するのではなく、作動を開始する前に、車両の運転者に車輪のタイヤと路面との摩擦状態、すなわち路面状況に関する情報を提供する方法が考

え出されている。

【0005】その従来技術としては、特開平4-224447号公報参照のごとく、タイヤと路面の摩擦結合を考える上で、既知の車輪周回力 K -車輪滑り率 S の特性曲線を用いるものが知られている。この方法においては、駆動車輪の車輪速度と非駆動輪の車輪速度とをデジタル車輪速センサ等で検出する。また、非駆動輪の車輪速度は車体速度とみなす。以上のように検出した駆動車輪の車輪速度と車体速度とを用いて車輪滑り率 S を検出する。同時に、そのときの既知のエンジン特性データを用いて数値的に車輪周回力 K を算出するか、或いは車輪周回力 K を公知の歪みゲージ装置を用いて測定する。これらの方法によって決定される車輪滑り率 S および車輪周回力 K を用いて、あらかじめ、例えば大体乾いているような高摩擦係数を持った路面での車輪周回力 K -車輪滑り率 S の特性曲線上の値 K/S を、車両中のマイクロコンピュータの記憶素子に記憶させておく。

【0006】以上のことを基礎にして、車両加減速中では、既知の車輪周回力 K -車輪滑り率 S 特性曲線における車輪周回力 K および車輪滑り率 S の値を検出し、その場合の車輪滑り率 S の値と、同じ大きさの車輪周回力 K を有する時の記憶されている車輪滑り率 S の値とを比較する。ここで、車輪滑り率 S の値が、記憶されている車輪滑り率 S の値よりも著しく大きいならば、この状況は駆動車輪のタイヤと路面との間の摩擦が悪化している、例えば、車両が乾いた路面ではなく、ぬかるみ或いは凍結している路面を走行しているということの意味する。このように記憶されていた車輪周回力 K -車輪滑り率 S の特性曲線から著しく離れた K/S の値を検出した場合は、電子評価、或いは制御回路等の手段によって車両の乗員に警告できる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来技術では、既知の車輪周回力 K -車輪滑り率 S の特性曲線を用いる際に車輪周回力 K を既知の歪みゲージ装置を用いて測定する方法、或いは車輪周回力 K をその路面とタイヤとの摩擦状況を検出する時点でのエンジン特性データを用いて算出する方法を採用している。車両走行中に路面状況またはエンジン回転等により車体本体が振動している最中に、歪みゲージを用いて測定した車輪周回力 K の値は大きな誤差成分を含むことになり、従って、車輪周回力 K を用いて路面とタイヤとの摩擦状況を検出し判断する場合にも信頼性に欠けるといえる。さらに車輪周回力をエンジン特性データから算出する場合には、個々の車両のエンジンの特質を考慮すると、推定方法が複雑困難になり、信頼性のあるデータを得ることが極めて難しくなる。

【0008】そこで本発明は、簡単に且つ高精度に路面摩擦係数 μ を推定することが可能な路面摩擦係数推定装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明はによる路面摩擦係数推定装置は、車両の各車輪の車輪速度を求める手段と、前記車両の車体速度を求める手段と、前記車輪速度と車体速度とに基づいて、周期的に各車輪ごとに車輪のスリップ値を演算する演算手段と、前記演算手段によって周期的に演算される各車輪の車輪スリップ値について、各周期ごとに各車輪のスリップ値の総和を算出するとともに、この算出された各車輪のスリップ値の総和を複数の周期にわたって積算する第一の積算手段と、前記車両の車体加速度を求める手段と、前記第一の積算手段によって積算される周期と同様の周期にわたって前記車両の車体加速度を積算する第二の積算手段と、前記第一および第二の積算手段によって積算された各車輪のスリップ値の総和の積算値と前記車両の車体加速度の積算値との関係から、車両の走行路面と車輪との間の摩擦係数を推定する摩擦係数推定手段とを備えることを特徴とする。

【0010】

【作用】上記構成によれば、車両の各車輪のスリップ値が周期的に演算され、さらに各周期ごとに各車輪のスリップ値の総和が算出されるとともに、この算出された各車輪のスリップ値の総和が複数の周期にわたって積算される。また、車両の車体加速度が検出され、この車体加速度も上記同様の複数の周期にわたって積算される。

【0011】ここで、路面摩擦係数は、路面とタイヤとの摩擦結合の大きさを示すものであり、路面摩擦係数が大きいほど車両は大きな加減速度を発生させえる。この路面摩擦係数は、既知のように車輪のスリップ率が20%程度までは、スリップ率の上昇にともなって増加するという特性を有している。したがって、同じ車体加速度が生じていても、その際の車輪のスリップ値が大きいほど路面との摩擦係数は小さいといえることができる。このため、車両の車体加速度を検出し、その車体加速度を発生させるために生じている車輪のスリップ率を求めることにより、その両者の関係から路面と車輪との間の摩擦係数を推定することができる。

【0012】ただし、あるタイミングにおいて検出された車体加速度とその際の車輪スリップ率との関係のみから路面の摩擦係数を推定するのは、ノイズ等の誤差要因の影響を受けやすく、推定精度が低下する原因となる。このため本発明では、複数の周期にわたって車体加速度および車輪のスリップ値を積算した積算値における関係から路面摩擦係数を推定することで、推定精度の向上を図っているのである。

【0013】

【実施例】以下、本発明を図に示す実施例に基づいて説明する。図1には本発明の構成を表す構成図を示す。図1に示すように、車両の各車輪1a~1dに対応して車輪速度センサ2a~2dが設けられている。また、車両

には中央処理装置3（以下ECUと表す）が設置され、各車輪速度センサ2a~2dからの信号を取り込み、各車輪速度を演算する。ECU3は、さらに加速度センサ4において検出される検出信号を取り込み、車両の車体加速度の値を複数の周期にわたって積算する。また、対地速度センサ5は、車体と路面との相対速度に応じた信号を検出しECU3に対して出力する。ECU3は、各センサからの検出信号に基づいて各車輪滑り率または各車輪滑り量を演算し、その各車輪滑り値の全輪の総和を求め、この総和の値を複数の周期にわたって積算する。さらに、車体加速度についても複数の周期にわたって積算した積算値を求め、各車輪滑り値の全輪の総和の積算値との関係を用いて、車両の走行路面と車輪との間の摩擦係数が高摩擦係数か、中摩擦係数か、または低摩擦係数かを推定する。この、推定摩擦係数により路面状況判断し、表示部6によって現在の路面状況をドライバー等に認知させ、注意を促すか、または、ABS、およびTRCの制御などに応用することができる。

【0014】図2は、路面摩擦係数 μ と車輪滑り率Sとの関係を表す特性曲線のグラフである。路面摩擦係数 μ を示す縦軸を境界として、右側は車輪が駆動力を得ている場合の路面摩擦係数 μ と車輪滑り率Sとの関係を示し、左側は車輪に制動力がかかっている場合の路面摩擦係数 μ と車輪滑り率Sとの関係を示している。このグラフにおいて、路面摩擦係数 μ は、車両におけるタイヤと路面間の駆動力または制動力に相当する。したがって、路面摩擦係数 μ を、駆動力、制動力によって生ずる車体加速度と見なすことができる。

【0015】以上により、既知の路面摩擦係数 μ -車輪滑り率S特性曲線において、路面摩擦係数 μ を車体加速度に置き換えることが可能となり、車体加速度-車輪滑りSの特性曲線について考えることができる。これによって、車両の通常走行時にも車両のタイヤと路面間の摩擦係数 μ を判断することが可能となる。というのは、一般に市街地の走行や高速道路の走行などは、ゆるやかな加減速走行の繰り返しであると考えられる。すなわち、信号待ち等においての走行-停止は言うまでもなく、ほぼ一定の速度で走行しているような場合でも、車両間隔や路面の登り下り等で微少な加減速を行っており、完全に速度変化が0という走行は極めて稀である。そこで、その微少な加減速をとらえることによって、車体加速度を演算することができ、路面摩擦係数 μ を推定することが可能である。

【0016】車両が一定速度で走行している場合は、車輪速度と車体速度は一致しているが、車輪に駆動トルクがかけられると車輪速度は車体速度より減少し車輪と路面との間ですべり現象が発生する。このすべり現象において車輪滑り率が20%近傍となったとき、図2に示すように車輪のタイヤと路面間の最大摩擦係数 μ_{ph} および μ_{pl} が得られる。ここで車輪の駆動中の挙動における

運動の安定性については、グラフにおける最大摩擦係数 μ_{ph} および μ_{pl} の左側領域、すなわち車輪滑り率が0のときから、車輪滑り率が10%~20%程度のときの摩擦係数 μ のピークまでの領域を駆動時における車輪の安定領域と呼んでいる。また、最大摩擦係数 μ_{ph} 、 μ_{pl} の値は路面の状況等によって異なっているが、この安定領域内においてのグラフを近似的に直線とすることによって、その傾きを考慮することができ、その傾きから最大摩擦係数 μ_{ph} 、 μ_{pl} 上を通る曲線が判別でき、すなわち現在の路面状況が高 μ 路面か、あるいは低 μ 路面かを推定することが可能となる。

【0017】図3は上記図1に示した構成に沿って、車両が走行しているタイヤと路面間の路面摩擦係数 μ が低 μ 、中 μ 、高 μ かを判定する第一実施例を表すフローチャートである。以下図3に示すフローに従って動作を説明する。車両のイグニッションスイッチIGがオンされ、車両が走行を始めた時にステップ100よりスタートする。ステップ101ではカウンタ値 n を所定値インクリメントするカウント処理を行う。ステップ102では車輪速センサ2a~2dを用いて全タイヤの車輪速20 V_{fr} 、 V_{fl} 、 V_{rr} 、 V_{rl} の演算をする。ステマ

【0021】

$$\Sigma St = \{St(n) + St(n+1) + \dots + St(n+k)\}$$

※ ※【数4】

$$\Sigma Ab = \{Ab(n) + Ab(n+1) + \dots + Ab(n+k)\}$$

ここでは、数3および数4を用いて算出される数値においてノイズ成分による影響を微小にするように、車輪滑り率の和 ΣSt と車体加速度 ΣAb を所定時間に k 個積算している。ステップ109では、おもに、車両があまり加減速なく走行しており、車体加速度 ΣAb 、および車輪滑り率の和 ΣSt の変化があまり検出されない場合に、ある所定の時間が経過したかどうかを判断する。データが kn 個積算され、ある所定の時間が経過したと判断された場合にはステップ112に進み、その時の所定時間積分した車体加速度 ΣAb と所定時間積分した車輪滑り率の和 ΣSt との関係を表すグラフにおける傾きを M とすると、

【0022】

$$【数5】 M = \Sigma Ab / \Sigma St$$

より傾き M が検出できる。ここで、所定時間積分した車輪滑り率の和 ΣSt と所定時間積分した車体加速度 ΣAb を用いることによって、路面状況の判断の信頼性が向上する。次に、ステップ113に進み、明らかに高路面摩擦係数をもった路面を走行した場合の路面摩擦係数値を基準にしてあらかじめ記憶している値 $k\mu_1$ と M の値とを比較し、 M の値が $k\mu_1$ の値より大きい値であれば、現在のタイヤと路面との摩擦係数は高いと推定し、ステップ115にて路面状況は良好であるということを示す高 μ フラグをセットする。ステップ113にて M の値が $k\mu_1$ の値よりも小さいと判断された場合にはステップ114に進み、明らかに低路面摩擦係数をもった路面を走行した場合の路面摩擦係数値を基準にしてあらかじめ

* ップ103では対地速度センサ5を用い車体速度 Vb を演算する。ステップ104ではステップ102およびステップ103にて検出された車輪速度および車体速度とを用い、各車輪の車輪滑り率 Sfr 、 Sfl 、 Srr 、 Srl を演算する。例えば右前輪の車輪滑り率 Sfr は、

【0018】

$$【数1】 Sfr = (Vb - Vfr) / Vb$$

によって算出される。その他の車輪の車輪滑り率 Sfl 、 Srr 、 Srl も同様に算出される。ステップ105では、車体速度 Vb を時間 t で近似的に微分することによって車体加速度 Ab を、

【0019】

$$【数2】 Ab = \{Vb(n) - Vb(n-1)\} / t$$

によって演算する。ステップ106では各車輪のスリップ率 Sfr 、 Sfl 、 Srr 、 Srl の和 ΣSt を求める。ステップ107、およびステップ108では、車輪滑り率の和 ΣSt および車体加速度 ΣAb を数3および数4により積算する。

【0020】

【数3】

記憶している値 $k\mu_2$ とそれぞれ所定時間積分された値による車体加速度 ΣAb ／車輪滑り率の和 ΣSt の値とを比較し、 M の値が $k\mu_2$ の値より大きい値であれば、現在のタイヤと路面との摩擦係数は比較的高いと推定し、ステップ116にて路面状況は比較的良好であるということを示す中 μ フラグをセットする。また、ステップ114にて M の値が $k\mu_2$ の値よりも小さい場合には、現在のタイヤと路面との摩擦係数は低いと判断され、ステップ117にて路面状況が悪いことを示す低 μ フラグをセットする。その後、ステップ118にてカウンタ値 n 、積分した車輪滑り率の和 ΣSt 、および、積分した車体加速度 ΣAb をクリアーし、ステップ100から同様にスタートする。ステップ109にて、まだ所定の時間を経過していないと判断されるとステップ110に進む。ステップ110では、主に低摩擦係数路面を走行している場合に、ステップ109にて定められる所定時間が経過する以前に車輪滑り率の和 ΣSt が所定値 ks 以上になったか判断し、 ΣSt が ks 以上になったと判断した場合にステップ112に進む。以下ステップ113~118までは前述同様に進行する。また、さらにステップ110にて所定時間以内で積分された車輪滑り率の和 ΣSt が所定値 ks を越えず、ステップ111に進んだ場合、主に加速および減速走行時に、車体加速度の積算値 ΣAb が、ある所定の値 KG を越えたか判断し、 ΣAb が KG を以上になったと判断した場合にステップ112へ進む。ステップ111にて積分した車体加

速度 $\Sigma A b$ の和が所定値 $K G$ を越えなかった場合はステップ118に進み前述同様に進行する。

【0023】図4は本発明の第二実施例を示すフローチャートである。第二実施例においてはFF車両を想定し、また、対地センサを用いずに車輪速センサのみを用いて、車輪速度から車体速度を算出する。以下、図4に示すフローに従って動作を説明する。車両のイグニッションスイッチIGがオンされ、車両が走行を始めた時にステップ200よりスタートする。ステップ201ではカウンタ値 n を所定値インクリメントするカウントと処理を行う。ステップ202では、車輪速センサを用いて全タイヤの車輪速度 $V f r'$ 、 $V f l'$ 、 $V r r'$ 、 $V r l'$ の演算をする。ステップ203では、ステップ202にて検出された車輪速度において制動力および駆動力の影響の小さい非駆動輪の平均車輪速度を車体速度 $V b'$ とする。ステップ204では制動力および駆動力を直接受ける駆動輪の平均車輪速度と、ステップ203にて算出された車体速度 $V b'$ とを用いて車輪滑り量を次式にて演算する。

【0024】

【数6】 $\Delta V b' = V b' - (V f r' + V f l') / 2$
ステップ205では、車体速度 $V b'$ を時間 t で近似的に微分して、車体加速度 $A b'$ 算出する計算を次式により行う。

【0025】

【数7】

$A b' = \{V b' (n) - V b' (n-1)\} / t$
ステップ206およびステップ207では、車輪滑り量の和 $\Delta V b'$ および、車体加速度 $A b'$ を所定時間積分して、数8、数9にて算出される $\Sigma \Delta V b'$ および $\Sigma A b'$ の値においてノイズ成分の影響を極力抑えるようにする。

【0026】

【数8】 $\Sigma \Delta V b' (n) = \Sigma \Delta V b' (n-1) + |\Delta V b' (n)|$

【0027】

【数9】 $\Sigma A b' (n) = \Sigma A b' (n-1) + |A b' (n)|$

ステップ208では、車両が比較的加減速なく走行している場合に、所定の時間が経過し、 $k n$ 回データが積算されたかを判断する。所定の時間が経過したと判断された場合にはステップ211へ進み、現在の車両走行状態における車体速度 $V b'$ の値の大きさを判断する。車体速度 $V b'$ が所定の車体速度 $K V b'$ よりも大きい場合にはステップ213へ進む。ステップ213には、車両が高速走行している場合の所定時間積分した車体加速度 $\Sigma A b'$ - 所定時間積分した車輪滑り量の和 $\Sigma \Delta V b'$ の関係を表すMAPがあらかじめ設定されている。図4-Aおよび図4-Bに示すようにMAP内には、高摩擦係数をもつ路面すなわち路面状況が良好であるというこ

とを示す領域①と、比較的高摩擦係数をもつ路面すなわち走行安定性上差し障りのない路面状況であるということを示す領域②と、低摩擦係数をもつ路面すなわち路面状況が悪いことを示す領域③とに分かれている。ステップ214ではこのようなMAP上にて、車体加速度 $\Sigma A b'$ と車輪滑り量の和 $\Sigma \Delta V b'$ との関係が、上記のどの領域に当てはまっているかを判断してフラグをセットする。車両の高速走行中では車輪滑り量 $\Delta V b'$ を演算した際の検出値が、低速走行中での車輪滑り量 $\Delta V b'$ の検出値よりも大きな値になる可能性が高い。そこで、高速走行中用MAP図4-Aは車輪滑り量の和 $\Sigma \Delta V b'$ の変化に対して路面状況の判定の領域①、②および③の変化が緩やかになっている。ステップ214にてフラグをセットした後、ステップ215にてカウンタ値 n 、それぞれ積分した車輪滑り量の和 $\Sigma \Delta V b'$ および車体加速度 $\Sigma A b$ をクリアしステップ200に戻る。また、ステップ211において車体速度 $V b'$ が所定の車体速度 $K V b'$ よりも小さい場合には、ステップ212へ進む。ステップ212では車両が低速走行している場合のMAP図4-Bがあらかじめ設定されている。車両の低速走行中では車輪滑り量の和 $\Sigma \Delta V b'$ を演算した際の検出値が、高速走行中での車輪滑り量 $\Delta V b'$ の検出値よりも小さな値になる可能性が大きい。そこで、低速走行中用MAP図4-Bは車輪滑り量の和 $\Delta V b'$ の変化に対して路面状況の判定の領域①、②および③の変化が緩やかになっている。次にステップ214へ進み、同様にフラグをセットする。ステップ208にてまだ所定の時間が経過していないと判断された場合には、ステップ209へ進む。ステップ209では、主に低摩擦係数路面を走行している場合に、ステップ208にて定められる所定時間が経過する以前に車輪滑り量の和 $\Sigma \Delta V b'$ が所定値 $K V$ 以上に時、ステップ211へ進む。以下ステップ211~215までは前述同様に進行する。また、さらに、ステップ209にて積分した車輪滑り量の和 $\Sigma \Delta V b'$ が所定値 $K V$ を越えなかった場合、ステップ210へ進む。ステップ210では、主に車両の加速、減速走行中に、積分した車体加速度 $\Sigma A b'$ の値が所定の値 $K G$ を越えた場合、ステップ211へ進み、以下同様に進行する。また、積分した車体加速度 $\Sigma A b'$ の値が所定の値 $K G$ を越えなかった場合、ステップ200に戻りスタートする。

【0028】上記第二実施例はFFの車両を想定したフローであったが、4WDの車両に当てはめる場合には、ステップ203'にて車体速度 $V B'$ を考える場合に、駆動力を受けている4輪すべての平均を数10にて演算する。

【0029】

【数10】 $V B' = (V f r' + V f l' + V r r' + V r l') / 4$

また、ステップ204'にて車輪滑り量 $\Delta V B$ を考える

場合、車体重量の影響が大きい前輪の平均車輪速度から後輪の平均車輪速度を引く演算数10をする。

【0030】

$$\text{【数11】 } \Delta Vb' = (Vfr' + Vfl') / 2 - (Vrr' + Vrl') / 2$$

本発明は上記実施例に限定されるものではなく、以下のように種々変形可能である。例えば、第一実施例において車体速度 Vb を検出する際に対地速度センサを用い、これを時間で微分することによって車体加速度 Ab を算出していたが、第一実施例においても、第二実施例においても、既知の G センサを用いて車体加速度および車体速度を検出するようにしてもよい。また、第二実施例では FF 車両を想定しているが、ステップ206にて車輪滑り量の和を積分して $\Sigma \Delta Vb'$ を数8で考える場合に、 FF 車両においても、駆動力のかからない後輪を近似的に車体速度と見なしていることによって、車両加速時と車両減速時、すなわち駆動時と制動時には車両の車体速度が正確には微小な差がある可能性がある。なぜなら、駆動時には後輪には駆動力が加わらないが、制動時には後輪に制動力が加わるため真の車体速度より低めに検出される可能性があるのである。この場合、車体速度 Vb' を用いて算出する車輪滑り量 $\Delta Vb'$ も信頼性が低下する可能性がある。よって、数8にて、 $|Vb'|$ * 10

* (n) に係数 Q をかけ、車体加速時は $Q=1$ とし、車体減速時には $Q \geq 1$ としてもよい。

【0031】

【発明の効果】以上述べたように、本発明においては、複数の周期にわたって車体加速度および車輪のスリップ値を積算した積算値における関係を用いて路面摩擦係数を推定することで、ノイズ等の誤差要因の影響を低下させることができ、簡単、且つ高精度に路面摩擦係数を推定することが可能となる。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のブロック構成を表す構成図である。

【図2】路面摩擦係数 μ - 車輪滑り S 特性曲線を表すグラフ図である。

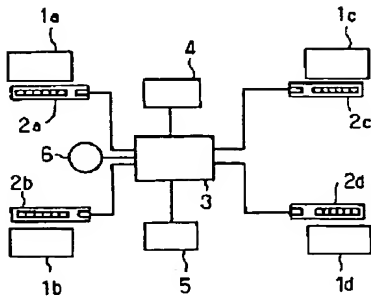
【図3】本発明の第一実施例を表すフローチャート図である。

【図4】本発明の第二実施例を表すフローチャート図である。

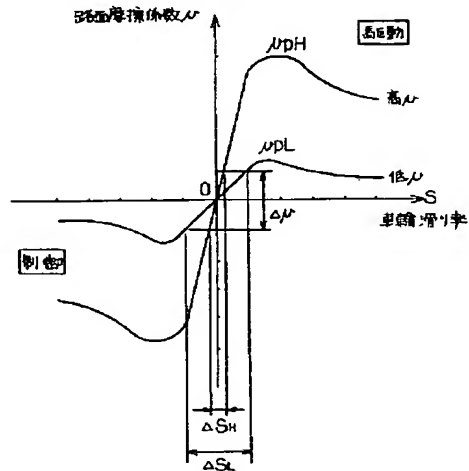
【符号の説明】

- 1 車輪
- 2 車輪速度検出手段
- 3 車輪滑り率、車輪滑り量を検出し積算する積算手段
- 4 車体加速度検出手段
- 5 車体速度検出手段

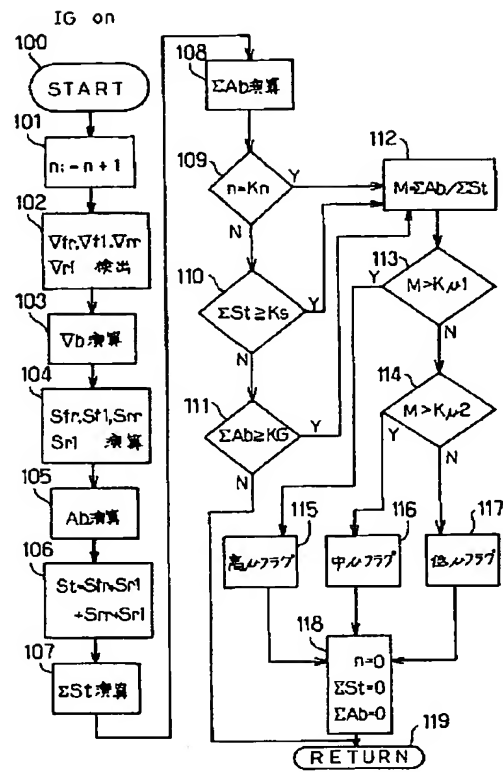
【図1】



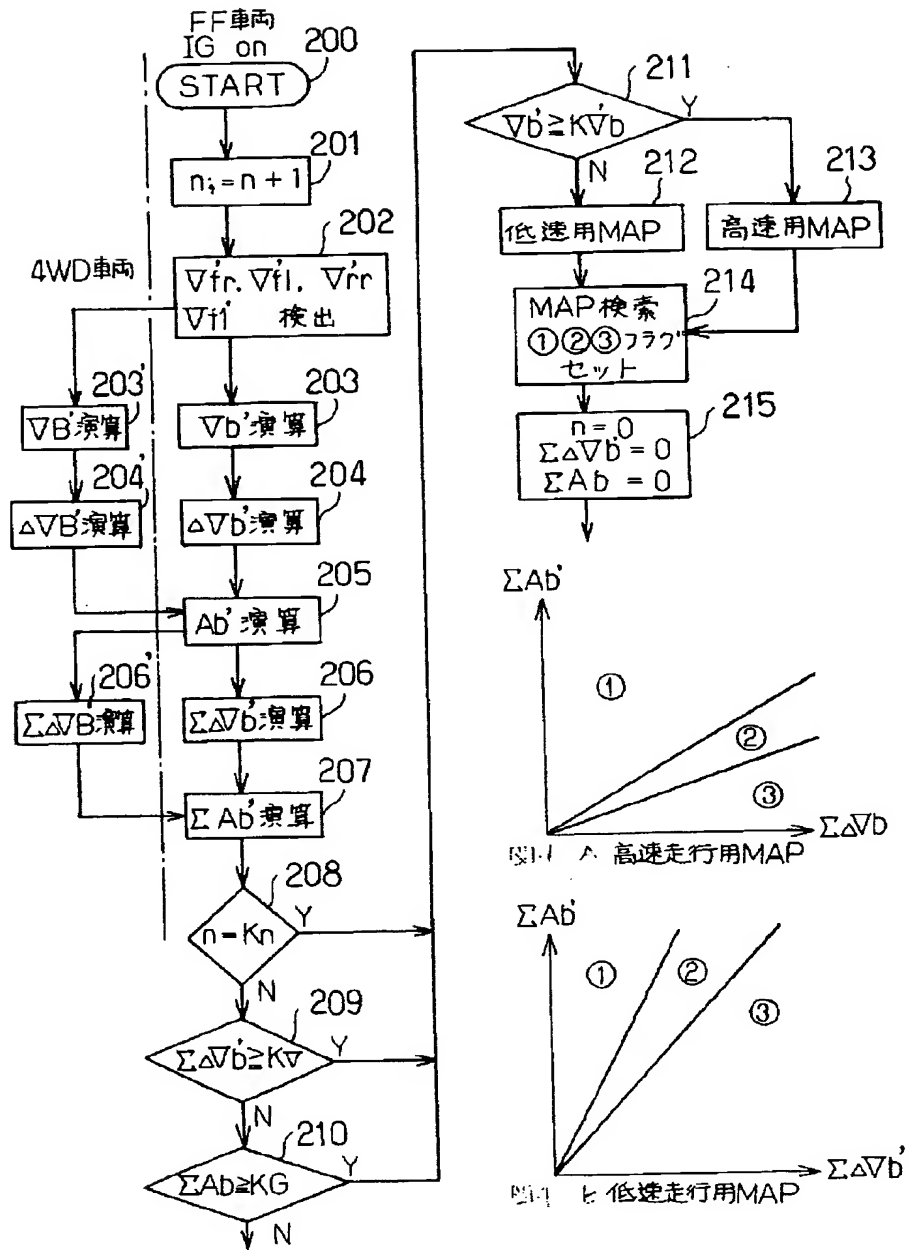
【図2】



【図3】



【図4】



【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載
 【部門区分】第 2 部門第 5 区分
 【発行日】平成 13 年 1 月 16 日 (2001. 1. 16)

【公開番号】特開平 7 - 1 1 2 6 5 9
 【公開日】平成 7 年 5 月 2 日 (1995. 5. 2)
 【年通号数】公開特許公報 7 - 1 1 2 7
 【出願番号】特願平 5 - 2 5 9 6 9 7
 【国際特許分類第 7 版】

B60T 8/58
 【F I】
 B60T 8/58 Z

【手続補正書】

【提出日】平成 12 年 2 月 1 日 (2000. 2. 1)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 車両の各車輪の車輪速度を求める手段と、
 前記車両の車体速度を求める手段と、
 前記車輪速度と車体速度とに基づいて、周期的に各車輪ごとに車輪のスリップ値を演算する演算手段と、
 前記車両の車体加速度を求める手段と、
 前記各車輪のスリップ値に関連した値と前記車両の車体加速度に関連した値との関係から、車両の走行路面と車輪との間の摩擦係数を推定する摩擦係数推定手段とを備えることを特徴とする路面の摩擦係数推定装置。
【請求項 2】 前記各車輪のスリップ値に関連した値として、各周期ごとに、各車輪のスリップ値の総和を複数の周期にわたって積算する第 1 の積算手段によって算出されたスリップ積算値を用いることを特徴とする請求項 1 に記載の路面の摩擦係数推定装置。
【請求項 3】 前記車体加速度に関連した値として、前記第 1 の積算手段によって積算される周期と同様の周期にわたって車体加速度を積算する第 2 の積算手段によって算出された加速度積算値を用いることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 2 に記載の路面の摩擦係数推定装置。
【請求項 4】 前記路面摩擦係数推定手段は、所定時間 (K n) ごとに前記スリップ値に関連した値および車体加速度に関連した値との関係に基づいて前記摩擦係数を推定演算することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の路面の摩擦係数推定装置。
【請求項 5】 前記路面摩擦係数推定手段は、前記スリップ値に関連した値が所定以上になった場合に前記摩擦係数を推定演算することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の路面の摩擦係数推定装置。

求項 3 のいずれかに記載の路面の摩擦係数推定装置。

【請求項 6】 前記路面摩擦係数推定手段は、前記車体加速度に関連する値が所定以上になった場合に前記路面摩擦係数を推定演算することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の路面の摩擦係数推定装置。

【請求項 7】 前記路面摩擦係数推定手段は、前記所定時間に至るか、前記スリップ値に関連した値が所定以上になるか、あるいは前記車体加速度に関連する値が所定以上になるかのいずれかを満足した場合に、前記路面摩擦係数を演算処理するタイミングであると判断することを特徴とする請求項 4 ないし請求項 6 のいずれかに記載の路面の摩擦係数推定装置。

【請求項 8】 前記車体速度は、非駆動輪に設けられた車輪速度センサの出力値の平均車輪速度で近似演算することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 7 のいずれかに記載の路面の摩擦係数推定装置。

【請求項 9】 前記スリップ値は、駆動輪と非駆動輪との車輪速度差で近似することにより求めることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 7 のいずれかに記載の路面の摩擦係数推定装置。

【請求項 10】 前記車体速度は、4 輪の車輪速度の平均値で近似演算することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 7 のいずれかに記載の路面の摩擦係数推定装置。

【請求項 11】 前記車体速度は、前輪と後輪の車輪速度差により近似演算することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 7 のいずれかに記載の路面の摩擦係数推定装置。

【請求項 12】 前記車体速度の演算は、車両の加速時、減速時により演算方法を切り換えることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 11 のいずれかに記載の路面の摩擦係数推定装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明による路面摩擦係数推定装置は、車両の各車輪の車輪速度を求める手段と、前記車両の車体速度を求める手段と、前記車輪速度と車体速度とに基づいて、周期的に各車輪ごとに車輪のスリップ値を演算する演算手段と、前記車両の車体加速度を求める手段と、各車輪のスリップ値に関連した値と前記車両の車体加速度に関連した値との関係から、車両の走行路面と車輪との間の摩擦係数を推定する摩擦係数推定手段とを備えることを特徴とする。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】削除

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正内容】

【0011】

【作用】ここで、路面摩擦係数は、路面とタイヤとの摩擦結合の大きさを示すものであり、路面摩擦係数が大きいほど車両は大きな加減速度を発生させる。この路面摩擦係数は、既知のように車輪のスリップ率が20%程度までは、スリップ率の上昇にともなって増加するという特性を有している。したがって、同じ車体加速度が生じていても、その際の車輪のスリップ値が大きいほど路面との摩擦係数は小さいといえることができる。このため、車両の車体加速度を検出し、その車体加速度を発生

させるために生じている車輪のスリップ率を求めることにより、その両者の関係から路面と車輪との間の摩擦係数を推定することができる。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正内容】

【0012】ただし、あるタイミングにおいて検出された車体加速度とその際の車輪スリップ率との関係のみから路面の摩擦係数を推定するのは、ノイズ等の誤差要因の影響を受けやすく、推定精度が低下する原因となる。このため請求項2、3に記載のように、複数の周期にわたって車体加速度および車輪のスリップ値を積算した積算値における関係から路面摩擦係数を推定することで、推定精度の向上を図ってもよい。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0031

【補正方法】変更

【補正内容】

【0031】

【発明の効果】以上述べたように、本発明においては、車輪速度と車体速度との関係から簡単に路面摩擦係数を推定することができる。なお、複数の周期にわたって車体加速度および車輪のスリップ値を積算した積算値における関係を用いて路面摩擦係数を推定することで、ノイズ等の誤差要因の影響を低下させることができ、簡単、且つ高精度に路面摩擦係数を推定することが可能とすることもできる。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.